



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**PAULO RENATO DE JESUS JÚNIOR**

**FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ - MG**

Prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**PAULO RENATO DE JESUS JÚNIOR**

**FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ - MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL  
FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ - MG**

**PAULO RENATO DE JESUS JÚNIOR**

Aprovada em: 02/12/2021

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

\_\_\_\_\_  
Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero. Dr. UFRRJ

\_\_\_\_\_  
Luiz Fernando de Sousa Antunes. Dr. UFRRJ

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe Vânia Lúcia Pereira;

Ao meu irmão Pedro Henrique;

À minha avó Geralda;

Ao meu Professor e orientador Bruno, por todo apoio na elaboração de minha monografia;

Aos meus professores que cumprem o grande e bonito papel de ensinar;

Aos amigos e colegas dos anos de faculdade;]

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo ensino de qualidade e gratuito;

À Educação e Ciência.

**Muito obrigado !!!**

## RESUMO

O Parque Nacional da Serra do Cipó está localizado no estado de Minas Gerais e foi criado com o intuito de proteger as nascentes do rio Cipó, a rica flora dos campos rupestres e combater o desmatamento. Embora o fogo ocorra há milhões de anos, ele é capaz de influenciar na dinâmica e estrutura das populações de plantas através da remoção de serapilheira, controle das espécies dominantes, além de modificar a temperatura do solo. Deste modo, considerando que a atividade humana tem sido cada vez mais efetiva nos focos de incêndio, monitorar os focos de incêndio torna-se extremamente importante para estabelecer políticas de combate e conscientização ambiental. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a realização de um levantamento sobre os focos de incêndios incidentes no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) nos últimos cinco anos. Os dados de focos de incêndios foram coletados na base de dados do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através Banco de Dados de Queimadas. O período de recorte para a análise dos dados compreendeu os últimos cinco anos (de janeiro de 2017 a setembro de 2021). Os satélites utilizados para obtenção dos dados foram o NPP-375 e o Acqua-MT (tido como satélite de referência), com *buffer* de 10 km, na Unidade de Conservação do Parque Nacional da Serra do Cipó. Após realizar o *download* dos arquivos gerados em formato KML pelo site do Banco de Dados de Queimadas, os mesmos foram introduzidos no site do Google *Earth*, onde foram gerados os gráficos com os pontos onde ocorreram os focos de calor para cada ano e satélite. Durante o período de 2017 a setembro de 2021 observou-se uma variação no número de focos de calor, sendo que o ano de 2019 apresentou 184 focos. Destaca-se também que foi no mês de setembro dos anos de 2019 e 2020 onde houve os maiores números de focos registrados. Com relação à média dos últimos cinco anos de avaliação, o regime de chuva tem grande influência no número de focos de calor, apresentando maior pico no mês de setembro (transição das estações inverno e primavera). O satélite NPP-375 apresenta grande potencial para tornar-se um satélite de referência, pois ele foi capaz de registrar um número muito maior de focos em relação ao satélite Acqua-MT, atualmente tido como referência pelo Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

**Palavras-chave:** Incêndios florestais. Cerrado. Unidade de conservação.

## ABSTRACT

The Serra do Cipó National Park is located in the state of Minas Gerais and was created with the aim of protecting the sources of the Cipó river, the rich flora of the rocky fields and combating deforestation. Although fire has existed for millions of years, it is capable of influencing the dynamics and structure of plant populations by removing litter, controlling dominant species, and modifying soil temperature. Thus, considering that human activity has been increasingly effective in fire spots, monitoring fire spots becomes extremely important to establish combat policies and environmental awareness. Thus, the present work aimed to carry out a survey on the outbreaks of fires in the Serra do Cipó National Park (MG) in the last five years. Fire outbreak data were collected from the database on the National Institute for Space Research (INPE) website, through the Fire Database. The cut-off period for data analysis covered the last five years (January 2017 to September 2021). The satellites used to obtain the data were the NPP-375 and the Acqua-MT (considered as a reference satellite), with a 10 km buffer, in the Conservation Unit of the Serra do Cipó National Park. After downloading the files generated in KML format from the Burns Database website, they were introduced on the Google Earth website, where graphs were generated with the points where the hot spots occurred in each year and satellite. During the period 2017 to September 2021, there was a variation in the number of hot spots, and the year 2019 had 184 hot spots. It is also noteworthy that it was in the month of September of the years 2019 and 2020 where there were the highest numbers of registered outbreaks. Regarding the average of the last five years of evaluation, the rainfall regime has a great influence on the number of hot spots, with the highest peak in the month of September (transition of the winter and spring seasons). The NPP-375 satellite has great potential to become a reference satellite, as it was able to record a much larger number of outbreaks compared to the Acqua-MT satellite, currently regarded as a reference by the National Institute's Fire Database of Space Research.

**Keywords:** Forest fires. Cerrado. Conservation unit.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 O Parque Nacional da Serra do Cipó.....	2
2.2 Monitoramento dos incêndios florestais no Brasil .....	2
2.3 Incêndios florestais e o Código Florestal .....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.1 Área de estudo .....	5
3.2 Coleta de dados.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
5. CONCLUSÕES .....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa da área do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.....	6
<b>Figura 2:</b> Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2017, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. ....	7
<b>Figura 3:</b> Focos calor ocorridos no ano de 2017 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).....	8
<b>Figura 4:</b> Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2018, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. ....	9
<b>Figura 5:</b> Focos calor ocorridos no ano de 2018 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).....	10
<b>Figura 6:</b> Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2019, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. ....	11
<b>Figura 7:</b> Focos calor ocorridos no ano de 2019 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).....	12
<b>Figura 8:</b> Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2020, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. ....	13
<b>Figura 9:</b> Focos calor ocorridos no ano de 2020 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).....	14
<b>Figura 10:</b> Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) até o mês de setembro de 2021, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.....	15
<b>Figura 11:</b> Focos calor ocorridos no ano de 2021 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).....	16
<b>Figura 12:</b> Médias mensais de n.º de focos de incêndio e precipitação dos últimos cinco anos (2017-2021) no Parque Nacional da Serra do Cipó-MG. ....	18



## 1. INTRODUÇÃO

As áreas protegidas, como parques e reservas nacionais, são cruciais para a manutenção da biodiversidade. Eles conservam o habitat que protege muitas espécies contra a extinção (LE SAOUT *et al.*, 2013), bem como fornecem serviços ecossistêmicos essenciais para os seres humanos, como a manutenção da qualidade do ar e da água, polinização agrícola e locais para atividades ao ar livre (WATSON *et al.*, 2014).

Sua importância para a conservação é tamanha que as partes da Convenção sobre Diversidade Biológica adotaram como uma das Metas de Biodiversidade de Aichi a proteção de 17% dos ecossistemas terrestres e aquáticos interiores e de 10% dos ecossistemas marinhos e costeiros globalmente. No entanto, apesar de sua importância indiscutível, informações robustas sobre o *status* e vulnerabilidade das áreas protegidas para a conservação da biodiversidade e comunidades de vida selvagem ainda carecem de maiores detalhes (CAMPOS *et al.*, 2021).

O Parque Nacional da Serra do Cipó está localizado no estado de Minas Gerais. Criado com o desígnio de resguardar as nascentes do rio Cipó, a rica flora dos campos rupestres e combater o desmatamento, à coleta de sempre-vivas e o parcelamento do solo, dentre outras ações antrópicas. Inicialmente, em 1978, foi criado o Parque Estadual da Serra do Cipó através do Decreto n.º 9.278 de 1978 (MINAS GERAIS, 1978) e foi transformado, em seguida (e com algumas alterações em seus limites) em Parque Nacional da Serra do Cipó por meio do Decreto n.º 90.223 de 1984 (BRASIL, 1984), dentro do período de intensa criação de Unidades de Conservação (UCs) que aconteceu no Brasil na década de 1980 (RIBEIRO; FIGUEIRA, 2011).

Há milhões de anos o fogo tem modelado as populações, comunidades e ecossistemas. Ele é capaz de influenciar na dinâmica e estrutura das populações de plantas através da remoção de serapilheira, controle das espécies dominantes, elevação da incidência de luz, disponibilidade de nutrientes, aumento na disponibilidade de espaço, além de modificar a temperatura do solo (FURST *et al.*, 2017). O Cerrado brasileiro, assim como as savanas africanas, são os ecossistemas mais frequentemente queimados em todo o mundo, com várias queimadas por década, sendo que algumas dessas áreas chegam a queimar duas vezes ao ano (RIBEIRO; FIGUEIRA, 2011). Cabe destacar que esses ecossistemas são dependentes do fogo, ou seja, necessitam dele para a manutenção de suas dinâmicas (HARDESTY; MYERS; FULKS, 2005).

O regime de fogo observado na Serra do Cipó está intimamente associado à ocupação humana. A presença humana nessa região data de pelo menos 8.000 anos A.P. (PROUS, 1989), mas há indícios de que esses grupos de paleoíndios já habitariam essa área há 11.600 anos A.P. (NEVES, 2002). Foram encontrados vestígios de fogueiras nas escavações de Prous (1989), comprovando que havia o domínio e uso do fogo pelo homem pré-histórico dessa região no início do Holoceno. Entretanto, até o momento não foi documentada a utilização do fogo como instrumento de manejo das vegetações onde habitavam essas populações. Os registros históricos de ocupação da região remetem ao início do século XVIII, quando houve a cessão de sesmarias naquele local (GUIMARÃES, 1991).

Embora o fogo seja considerado um distúrbio natural nas savanas e sua atividade é determinada por uma ampla gama de fatores, incluindo condições climáticas de longo e curto prazo, sazonalidade climática, variações de curto prazo na velocidade e direção do vento, topografia e biomassa de combustível. Em todas as savanas do mundo, esses regimes naturais de fogo têm sido cada vez mais alterados pelas atividades humanas, seja por meio de práticas diretas de uso da terra ou indiretamente por meio de mudanças no clima (ARCHIBALD, 2016).

Deste modo, considerando que a atividade humana tem sido cada vez mais efetiva nos focos de incêndio, monitorar os focos de incêndio torna-se muito importante para estabelecer

políticas de combate e conscientização ambiental. Destarte, o presente trabalho teve como objetivo a realização de um levantamento sobre os focos de incêndios incidentes no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) nos últimos cinco anos: 2017 a 2021.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O Parque Nacional da Serra do Cipó**

O Parque Nacional (PARNA) da Serra do Cipó é uma Unidade de Conservação (UC) do grupo de Proteção Integral, localizada em Minas Gerais, Brasil. Seus objetivos específicos são a proteção da flora e fauna ricas em espécies endêmicas, o resguardo da grande quantidade de nascentes que alimentam as bacias dos rios São Francisco e Doce, e a preservação da beleza cênica que atrai turistas para a região (IBAMA, 2004)

O PARNA Serra do Cipó está localizado na Serra do Espinhaço, formação rochosa que se estende para o norte, com estruturas posicionadas aproximadamente na direção NNO-SSE (norte/noroeste para sul/sudeste), condicionando a direção de muitos dos cursos d'água, o que pode ser indício de movimentos tectônicos na região. A Serra do Cipó é reconhecida como um importante divisor de bacias: é ocupada majoritariamente pela Bacia do Médio São Francisco e em uma estreita faixa a nordeste e leste pela Bacia do Rio Doce (PELOSO; SHIMABUKURO, 2010).

Também é importante destacar que várias espécies da flora e da fauna da Lista Brasileira de Espécies Ameaçadas (NASCIMENTO; CAMPOS, 2011; MACHADO *et al.*, 2013) e da Lista Vermelha da IUCN, incluindo pássaros como o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*) e o de cauda afiada tirano (*Culicivora caudacuta*), o Lagarto-brasileiro da Cunha (*Placosoma cipoense*) e a planta *Vellozia gigantea* estão abrigados no PARNA Serra do Cipó. Ademais, o Parque Nacional da Serra do Cipó possui uma grande diversidade de ecossistemas, incluindo dois biomas considerados *hotspots* de biodiversidade: Cerrado (savana) e Mata Atlântica (MYERS *et al.*, 2000), reconhecido pela UNESCO como Reserva da Biosfera (CAMPOS *et al.*, 2021).

A vegetação do topo da montanha do campo rupestre ocupa menos de 1% do território brasileiro, mas abriga cerca de 15% da flora nacional (SILVEIRA *et al.*, 2016), sugerindo que, ao se considerar a área total, a diversidade na Cadeia do Espinhaço pode superar o reconhecido mundialmente centros de biodiversidade vegetal, como o *Cape Floristic Region* e *Southwestern Australia Floristic Region* (HOPPER; SILVEIRA; FIEDLER, 2016; SILVEIRA *et al.*, 2016). Quase 40% das espécies de campo rupestre são endêmicas (cerca de 2.000 espécies), e muitas dessas espécies estão ameaçadas de extinção (MACHADO *et al.*, 2013).

Os solos do campo rupestre são majoritariamente arenosos, pouco profundos, com baixa capacidade de retenção de água e extremamente empobrecidos, nomeadamente em fósforo (OLIVEIRA *et al.*, 2015; SILVEIRA *et al.*, 2016) Assim, a maioria das espécies desenvolveu uma estratégia tolerante ao estresse e tem capacidade de dispersão limitada (NEGREIROS *et al.*, 2014; SILVEIRA *et al.*, 2016). Devido a um forte filtro biológico causado por solos empobrecidos, as espécies nativas desse ecossistema têm taxas de crescimento lentas e são improváveis de competir com espécies invasoras em locais perturbados, como margens de estradas ou para mudar sua faixa de distribuição para cima (BARBOSA *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2015).

### **2.2 Monitoramento dos incêndios florestais no Brasil**

As técnicas de sensoriamento remoto representam uma boa solução quando a finalidade é mapear os incêndios em áreas de acesso dificultado, como, por exemplo, unidades de

conservação e áreas rurais, já que não há monitoramentos nessas áreas e o registro é realizado apenas por meio de denúncias (FERNANDES *et al.*, 2020b).

O sensoriamento remoto consiste na obtenção informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com ele, sendo as informações obtidas através da utilização de radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos (ROSA, 2011). Além disso, o sensoriamento remoto proporciona a identificação de classes temáticas na superfície terrestre, assim como a área de ocorrência, explorando as classes de uso do solo. Ademais, devido a seu domínio temporal, ele também é capaz de identificar as alterações em objetos da superfície, o que é importante principalmente para o planejamento e ambiente (FERNANDES *et al.*, 2020b).

Pesquisas sobre as ocorrências de focos de queimadas através do geoprocessamento resultam em diversas aplicações, possibilitando a definição de áreas de maiores ou menores riscos de incêndio, servindo ainda de base para estudos secundários da relação do fogo e vegetação, estudos de causas e combate aos incêndios e elaboração de mapas de risco. Além disso, o geoprocessamento pode auxiliar na construção de planos de manejo e gestão da unidade de conservação por parte dos gestores de áreas protegidas (MENEZES; MUCIDA; AGUILAR, 2017).

O monitoramento de queimadas por imagens de satélites é indispensável para as regiões sem meios intensivos de acompanhamento, condição esta que representa a situação geral do Brasil. Através do Banco de Dados de Queimadas (BDQ), é possível em modo interativo ter acesso às análises espaciais e temporais de focos de queimadas e incêndios florestais detectados operacionalmente sobre a América Latina em imagens de satélites, atualizados a cada três horas (INPE, 2021).

### 2.3 Incêndios florestais e o Código Florestal

Seguindo a tendência mundial de ver o fogo apenas como uma ameaça à população e aos recursos naturais, foram criadas diversas políticas de fogo zero no Brasil, com o intuito de eliminar o seu uso através de legislações restritivas, fiscalização, prevenção e supressão (FALLEIRO; SANTANA; BERNI, 2016).

A diferença entre queimada e fogo deve ser levada em consideração, portanto, o uso controlado do fogo para atingir um objetivo específico, como o desmatamento de uma pastagem, deve ser acompanhado de um planejamento prévio. Já o incêndio florestal trata-se da ocorrência de incêndios em qualquer forma vegetativa descontrolada, os quais podem ser causados de diversas formas, desde atos naturais até atos antrópicos de natureza criminosa, acidental ou inesperada (MARTINS, 2018).

Vale ressaltar que o atual Código Florestal (Lei nº 12.651/ 2012) manteve a proibição do uso do fogo na vegetação, porém com algumas exceções, essas constam no Capítulo IX, que trata da proibição do uso de fogo e do controle dos incêndios (BRASIL, 2012):

Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:

I - em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do Sisnama, para cada imóvel rural ou de forma regionalizada, que estabelecerá os critérios de monitoramento e controle;

II - emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;

III - atividades de pesquisa científica vinculada a projeto de pesquisa devidamente aprovado pelos órgãos competentes e realizada por instituição de pesquisa reconhecida, mediante prévia aprovação do órgão ambiental competente do Sisnama.

§ 1º Na situação prevista no inciso I, o órgão estadual ambiental competente do Sisnama exigirá que os estudos demandados para o licenciamento da atividade rural contenham planejamento específico sobre o emprego do fogo e o controle dos incêndios.

§ 2º Exceção da proibição constante no caput as práticas de prevenção e combate aos incêndios e as de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas.

§ 3º Na apuração da responsabilidade pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares, a autoridade competente para fiscalização e autuação deverá comprovar o nexo de causalidade entre a ação do proprietário ou qualquer preposto e o dano efetivamente causado.

§ 4º É necessário o estabelecimento de nexo causal na verificação das responsabilidades por infração pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares.

Art. 39. Os órgãos ambientais do Sisnama, bem como todo e qualquer órgão público ou privado responsável pela gestão de áreas com vegetação nativa ou plantios florestais, deverão elaborar, atualizar e implantar planos de contingência para o combate aos incêndios florestais.

Art. 40. O Governo Federal deverá estabelecer uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais, que promova a articulação institucional com vistas na substituição do uso do fogo no meio rural, no controle de queimadas, na prevenção e no combate aos incêndios florestais e no manejo do fogo em áreas naturais protegidas.

§ 1º A Política mencionada neste artigo deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e mudanças no uso da terra, conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna, para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais.

§ 2º A Política mencionada neste artigo deverá observar cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais.

Os incêndios florestais também têm efeitos negativos para a saúde humana e meios de subsistência. Durante os episódios extremos de seca, de longa duração, a fumaça promove o aumento no número de casos de doenças respiratórias, ocasionando muitos dias de trabalho perdidos e milhares de mortes, além de perturbar o tráfego aéreo e outras infraestruturas. Ainda sobre os impactos, a ocorrência de incêndios é uma das ameaças frequentes às Unidades de Conservação (UCs), que são destinadas principalmente à manutenção da biodiversidade em áreas naturais remanescentes (BARLOW *et al.*, 2012; MARCUZZO; ARAÚJO; GASPARIN, 2015; TORRES *et al.*, 2017).

A limitação de equipamentos, recursos financeiros e humanos, traz aos gestores florestais a incumbência de decidir qual será a aplicação mais eficiente de subsídios em ações como a prevenção (campanhas de educação ambiental), gestão de combustível (queima prescrita e tratamentos mecânicos), pré-supressão (planejamento e preparação, recrutamento e treinamento de bombeiros, manutenção de aceiros e pontos de água), supressão e medidas de restauração (MAVSAR; GONZÁLEZ-CABÁN; FARRERA, 2010).

As políticas voltadas para a supressão dos incêndios promovem benefícios imediatos, mas podem ter eficiência inferior ao longo do tempo quando comparadas com os investimentos na prevenção. Dessa forma, para estabelecer políticas de controle e prevenção, torna-se imprescindível conhecer quando e porque os incêndios ocorrem, ou seja, traçando os seus perfis, sendo que as estatísticas são as principais ferramentas para esse levantamento. Assim, em posse desses dados, planeja-se o controle de modo mais eficiente, no entanto, sem ter dados consistentes, subestimam-se ou superestimam-se os gastos relacionados à proteção do ambiente, colocando em risco a sobrevivência das florestas e Unidades de Conservação (COLLINS *et al.*, 2013; TORRES *et al.*, 2017)

Acompanhar o histórico do fogo e compreender o caráter estatístico do tamanho e da área de ocorrência dos incêndios florestais é extremamente importante para os programas de proteção florestal (IRLAND, 2013). É amplamente reconhecido que quanto mais se entender sobre o comportamento do fogo e sua resposta às condições ambientais, mais se poderá antecipar situações perigosas, ou impactos de grande magnitude, e mais acertadas serão as decisões sobre a gestão de combustíveis e dos incêndios (LINN *et al.*, 2012). Todas as regiões, mesmo as mais próximas, têm o seu próprio contexto específico de comportamento do fogo e, portanto, enfatizam a necessidade de estudos das estatísticas de incêndios locais, a fim de compreender melhor as ocorrências, o que leva à medidas mais eficientes na diminuição dos danos causados (TORRES *et al.*, 2017).

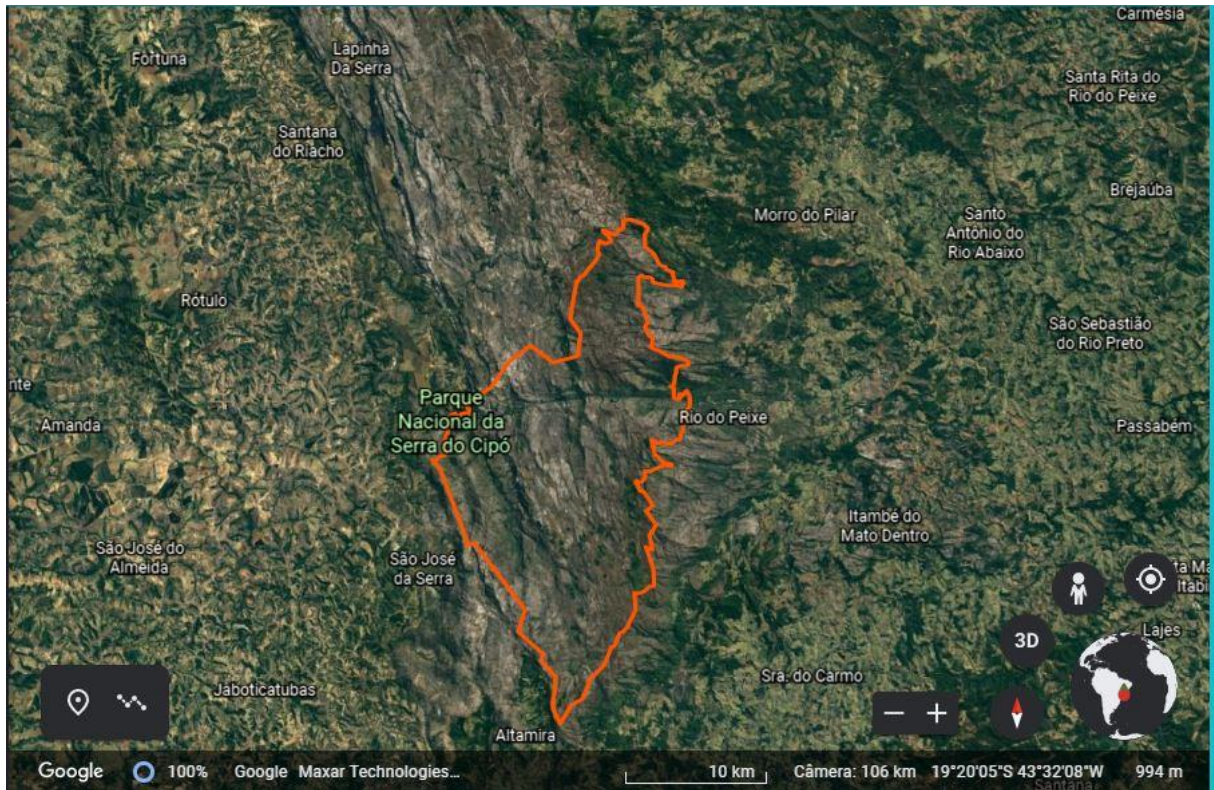
As possíveis diferenças nas propriedades do fogo, entre regiões diferentes, precisam ser consideradas quando do planejamento otimizado e adoção de medidas geograficamente peculiares de prevenção de incêndios (ZUMBRUNNEN *et al.*, 2011). As características dos incêndios florestais geralmente incluem frequência, tamanho e padrão do fogo. Frequência é o número de eventos dentro de uma área especificada durante um determinado período de tempo; tamanho refere-se à extensão da área queimada; e padrão de fogo é a distribuição espacial das ocorrências. Para os autores, estes fatores são afetados pelas complexas interações entre a vegetação, clima, topografia e atividades antrópicas ao longo do tempo (CHANG *et al.*, 2015).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudo**

O Parque Nacional da Serra do Cipó é uma unidade de conservação administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, órgão federal do Ministério do Meio Ambiente responsável pela gestão de áreas naturais protegidas no Brasil. O Parque está situado na área central do estado de Minas Gerais, cujas coordenadas são 19° 12' e 19° 34' latitude sul e 43° 27' e 43° 38' longitude oeste, na parte sul da Cadeia do Espinhaço, e os municípios no qual ele pertence são: Jaboticatubas, Santana do Riacho, Morro do Pilar e Itambé do Mato Dentro, fazendo ainda divisa com Itabira (CAMPOS *et al.*, 2021; ICMBIO, 2021).

O Parque foi criado em setembro de 1984 e a sua área total é de aproximadamente 34.000 hectares com um perímetro de cerca de 154 km (Figura 1). O acesso pode ser realizado pelas rodovias MG-10 e MG-424. A entrada para a sede do Parque Nacional da Serra do Cipó é feita no Km 94 da rodovia MG-10 e dista do asfalto aproximadamente 3 km (ICMBIO, 2021).



**Figura 1:** Mapa da área do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.

Fonte: Google *Earth* (2021).

A vegetação do parque pertence ao bioma Cerrado, o qual apresenta vários habitats típicos do campo rupestre nas cotas que se encontram acima de 1000 m (CONCEIÇÃO *et al.*, 2016). O clima é classificado como tropical de altitude (Cwb) segundo Köppen, com temperaturas amenas e chuvas intensas no verão. A temperatura média anual é de 21 °C e a precipitação anual atinge 1600 mm (OKI *et al.*, 2020).

### 3.2 Coleta de dados

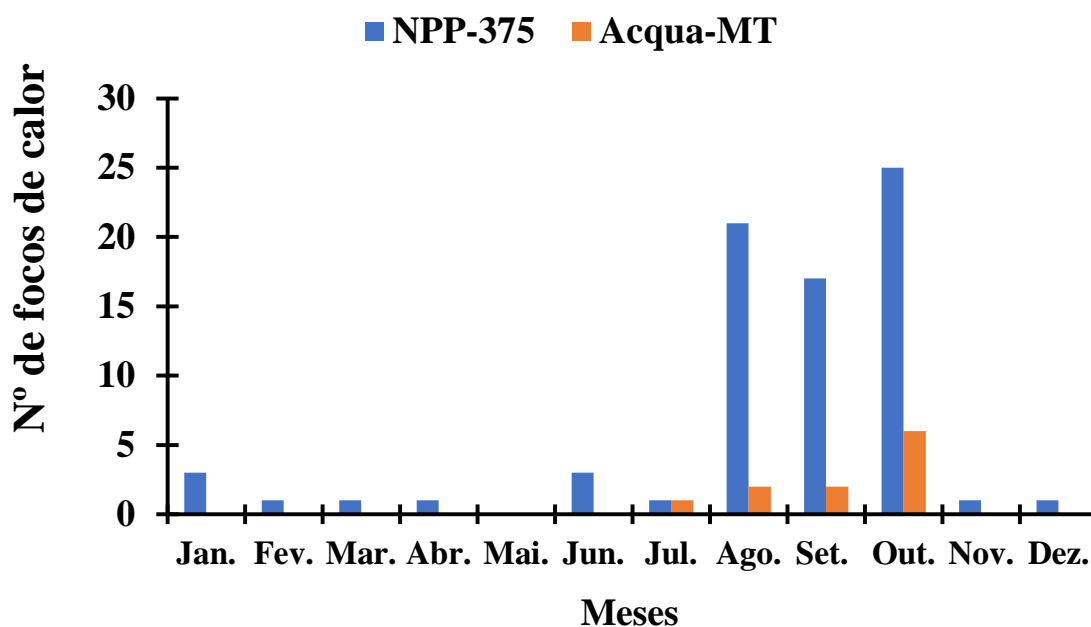
Os dados de focos de incêndios foram coletados na base de dados do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através Banco de Dados de Queimadas (BDQ), o qual permite em modo interativo análises espaciais e temporais de focos de queimadas e incêndios florestais detectados operacionalmente sobre a América Latina em imagens de satélites, atualizados a cada três horas (INPE, 2021). O período de recorte para a análise dos dados compreendeu os últimos cinco anos (de janeiro de 2017 a setembro de 2021). Os satélites utilizados para obtenção dos dados foram o NPP-375 e o Acqua-MT, ambos com *buffer* de 10 km, na Unidade de Conservação do Parque Nacional da Serra do Cipó.

Após realizar o *download* dos arquivos gerados em KML do site, os mesmos foram introduzidos no site do Google *Earth* (GOOGLE, 2021), onde foram gerados os gráficos com os pontos onde ocorreram os focos de calor para cada ano analisado.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados durante a pesquisa que todos os focos de calor registrados no período de 2017 a setembro de 2021 ocorreram fora dos limites do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG. Destaca-se também que o satélite NPP-375 apresentou maior registro de focos de calor em relação ao satélite Acqua-MT, tido como referência pelo Banco de Dados de Queimadas (BDQ).

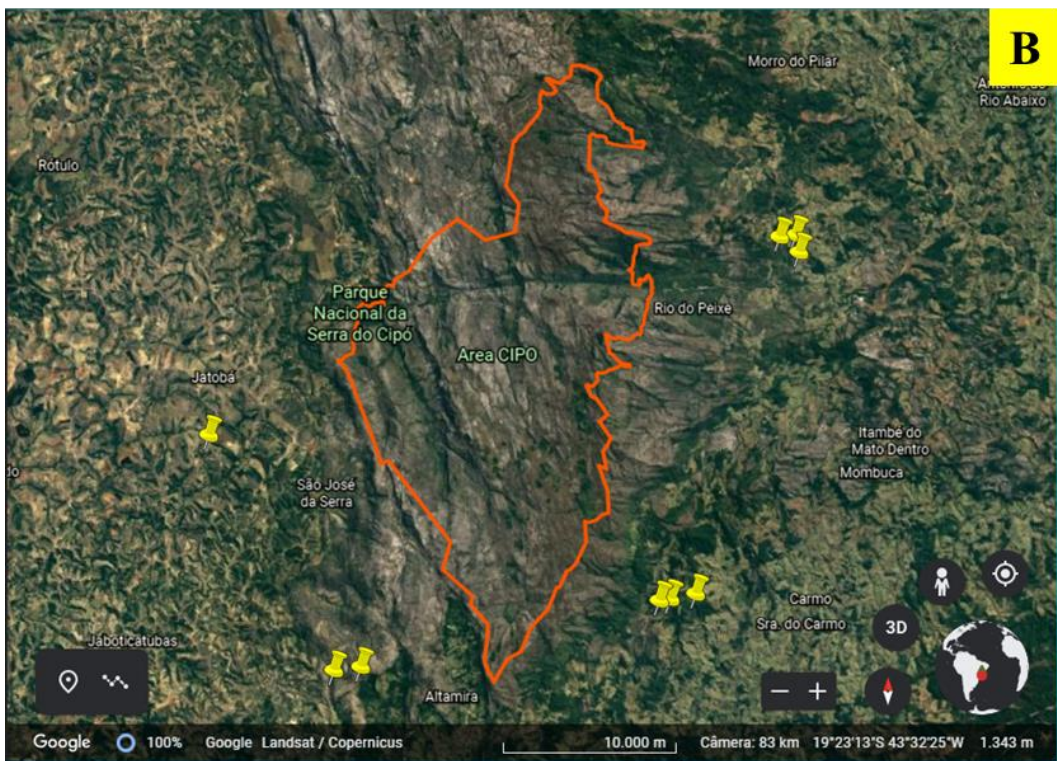
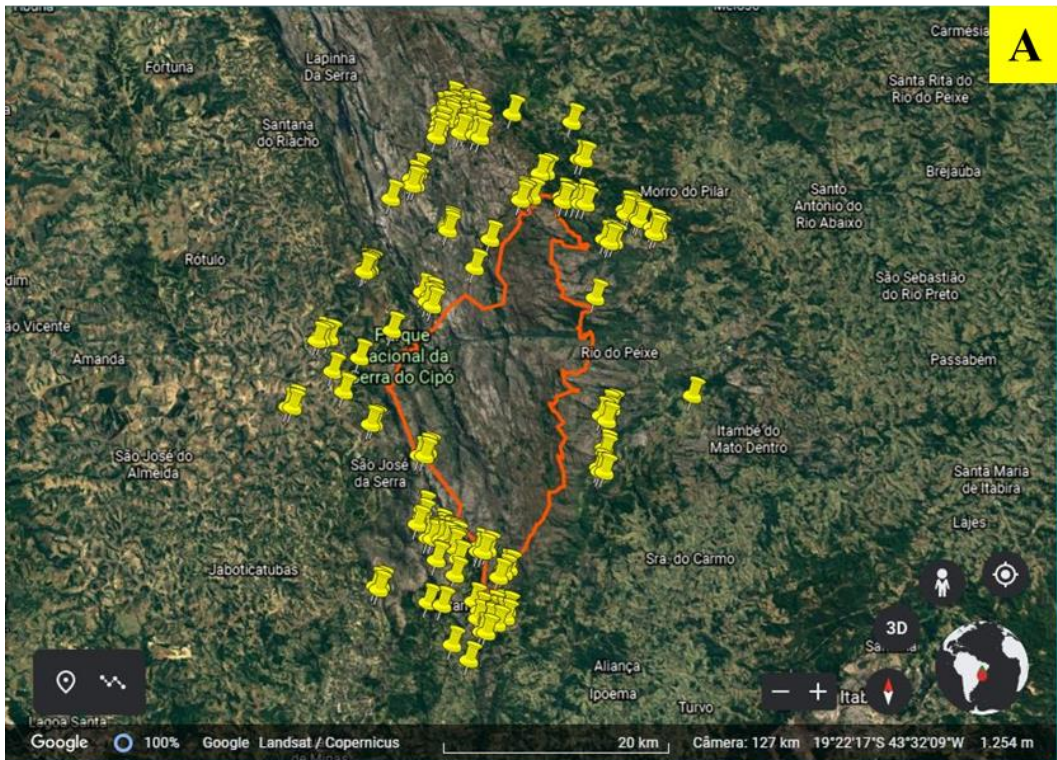
Os dados sobre os focos de calor do Parque Nacional da Serra do Cipó alcançaram a marca de 75 registros (Figura 2), onde 84% destes concentraram-se nos meses de agosto, setembro e outubro (21, 17 e 25 focos, respectivamente). Já no satélite de referência do BDQ, o Acqua-MT, registrou 11, concentrados nos mesmos meses apontados pelo NPP-375. Ainda é possível observar na Figura 3 que os focos de incêndio são mais incidentes nas áreas circundantes do Parque Nacional da Serra do Cipó e estão distribuídos entre os municípios que fazem limite com o parque.



**Figura 2:** Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2017, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.

Fonte: INPE (2021).



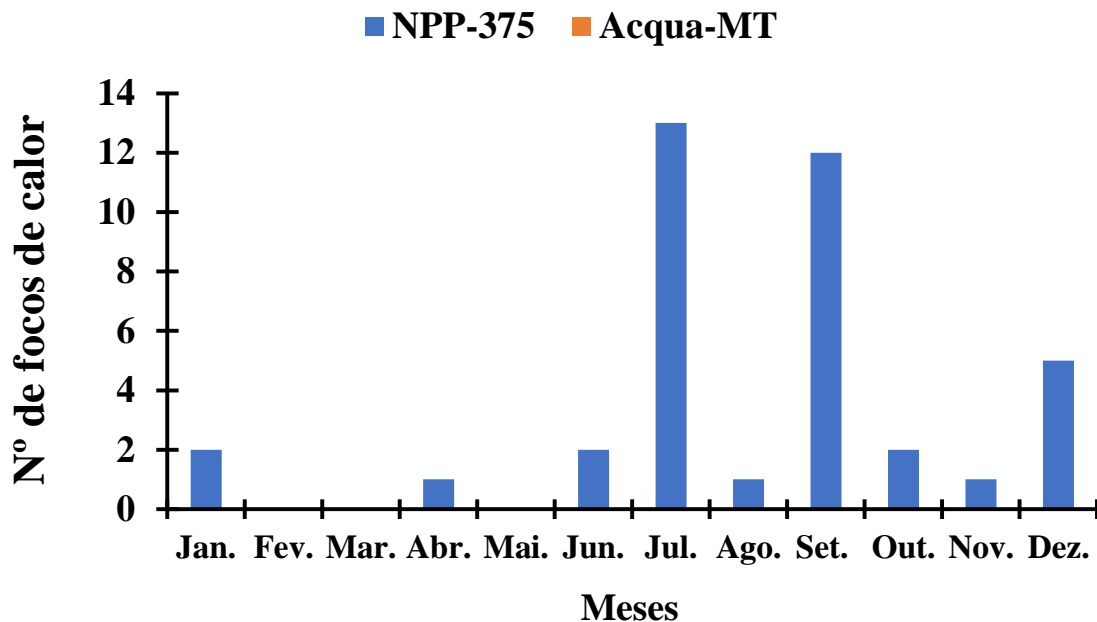


**Figura 3:** Focos calor ocorridos no ano de 2017 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).  
 Fonte: Google Earth (2021) e INPE (2021).

No ano de 2018 o satélite NPP-375 registrou 39 focos de calor, dos quais 25 destes (64%) ocorreram entre os meses de julho e setembro (Figura 4). No entanto, o satélite de

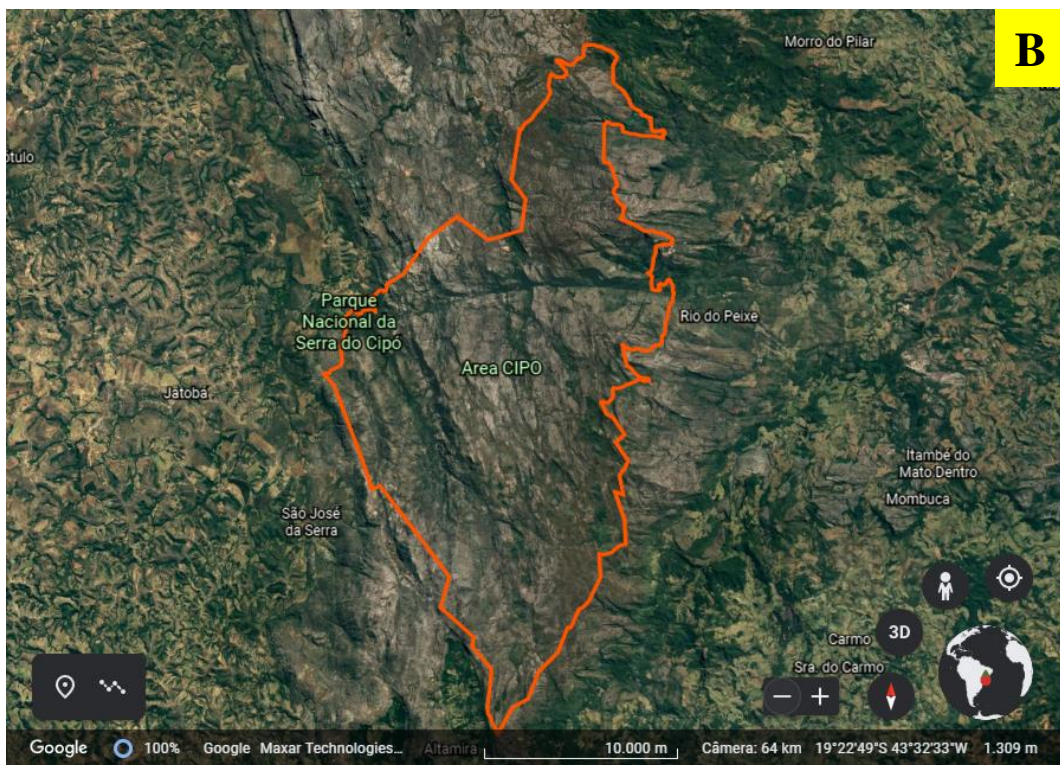
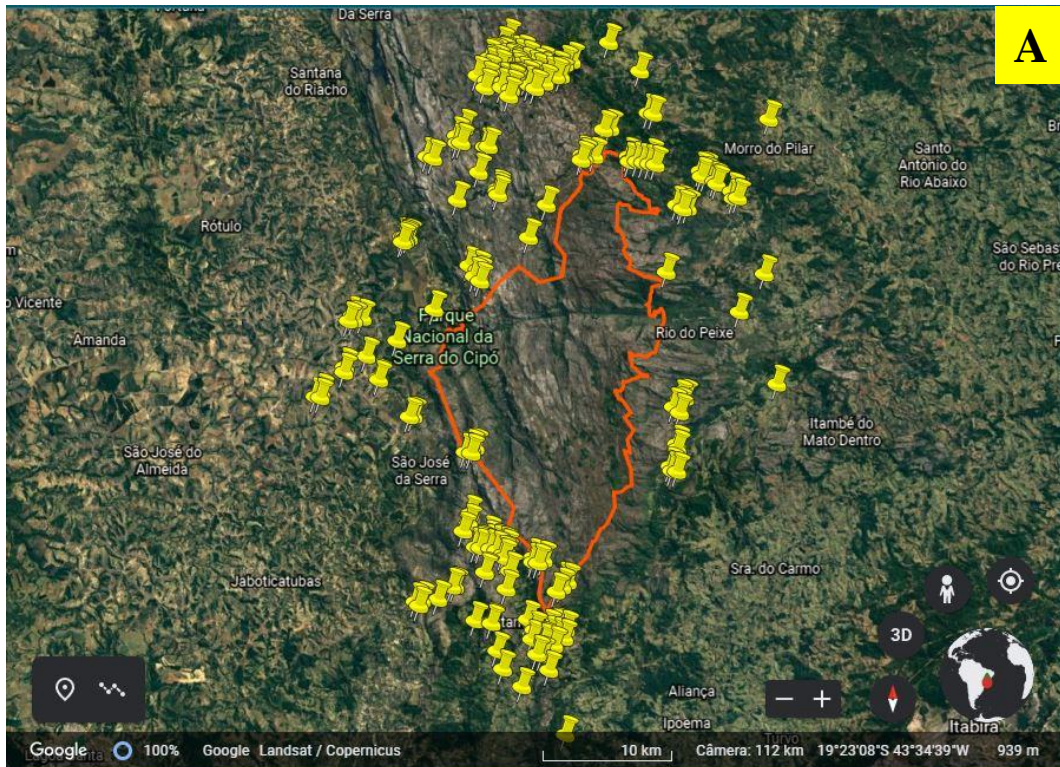


referência do BDQ, o Acqua-MT, não registrou nenhum foco de calor durante este ano. A Figura 5 exibe onde ocorreram estes focos de calor, os quais apresentaram queda de 39% em relação ao ano de 2017, com 75 focos.



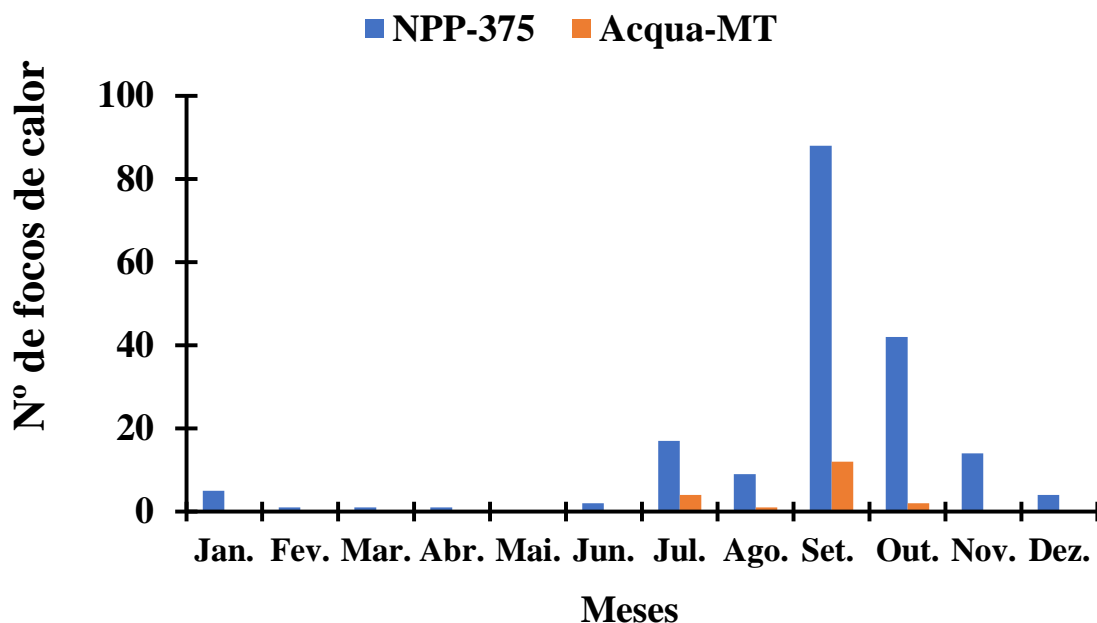
**Figura 4:** Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2018, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.

Fonte: INPE (2021).



**Figura 5:** Focos calor ocorridos no ano de 2018 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).  
 Fonte: Google Earth (2021) e INPE (2021).

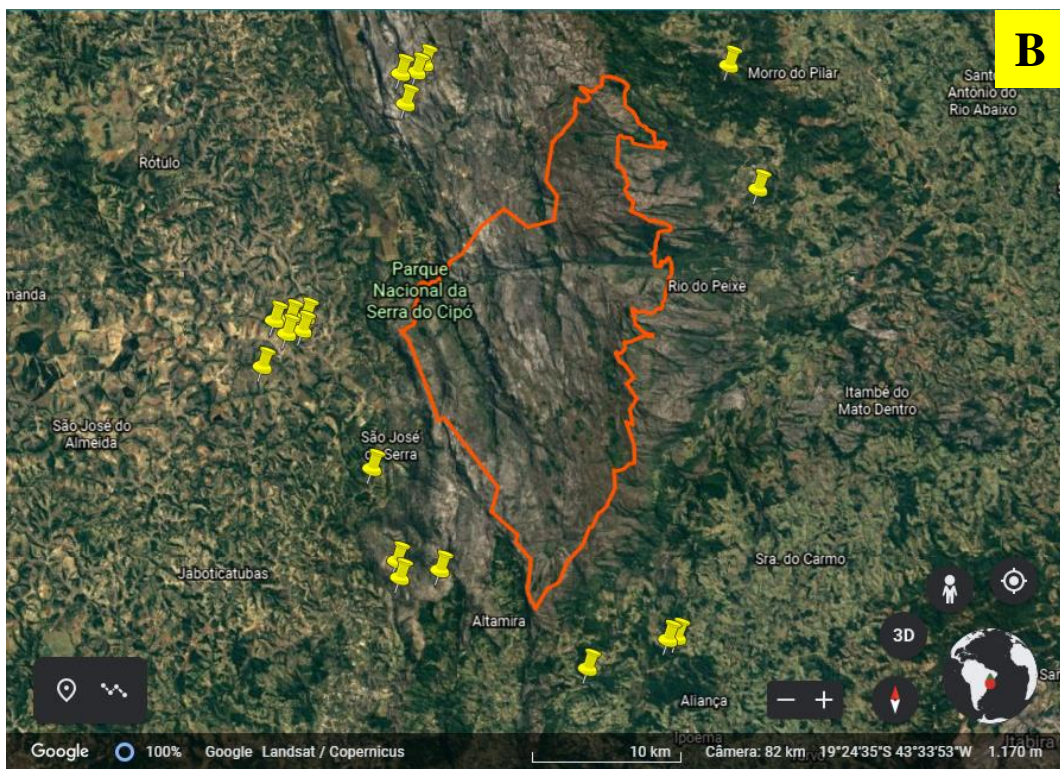
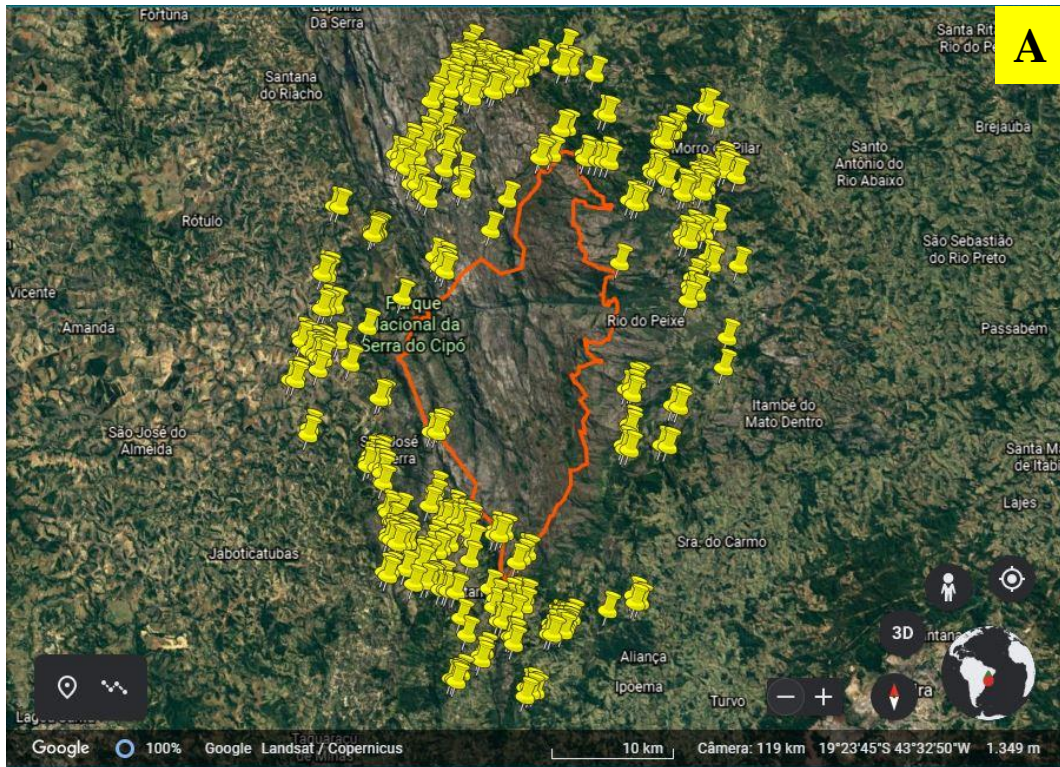
Em 2019 o satélite NPP-375 registrou 184 focos de calor. Desse total, 47% ocorreram no mês de setembro (Figura 6), representando uma elevação de 374% em relação ao ano de 2018. Ainda na Figura 6 é possível notar que o satélite Acqua-MT (referência pelo BDQ) registrou apenas 19 focos de calor no mesmo período, dos quais 12 foram referentes ao mês de setembro. Já na Figura 7 é possível observar onde ocorreram estes focos de calor para cada satélite, no Parque Nacional da Serra do Cipó.



**Figura 6:** Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2019, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG.

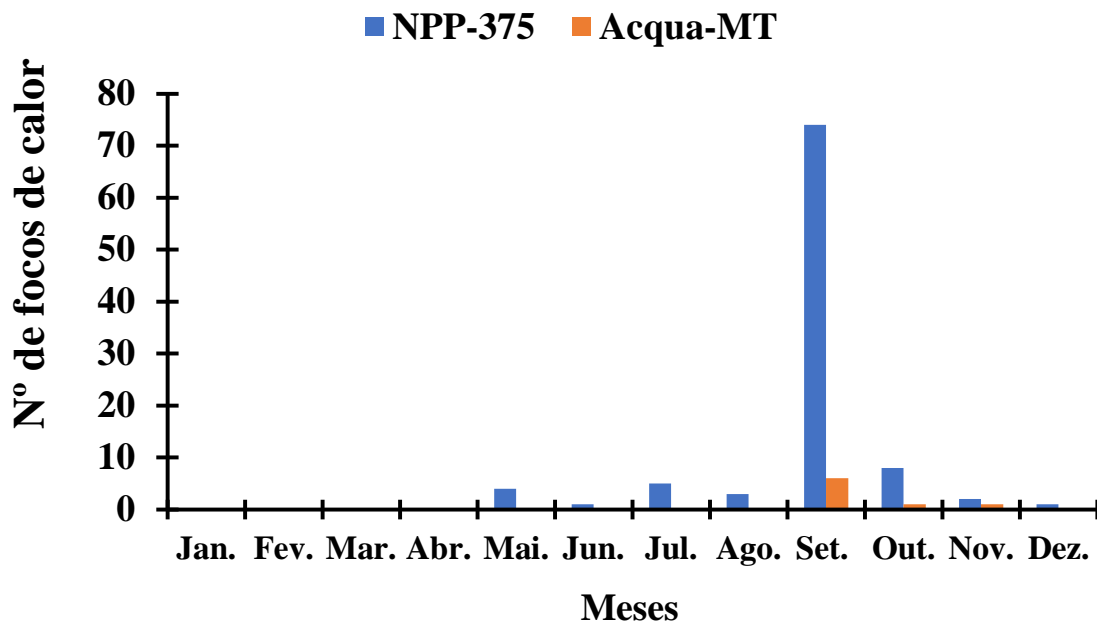
Fonte: INPE (2021).





**Figura 7:** Focos calor ocorridos no ano de 2019 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).  
 Fonte: Google Earth (2021) e INPE (2021).

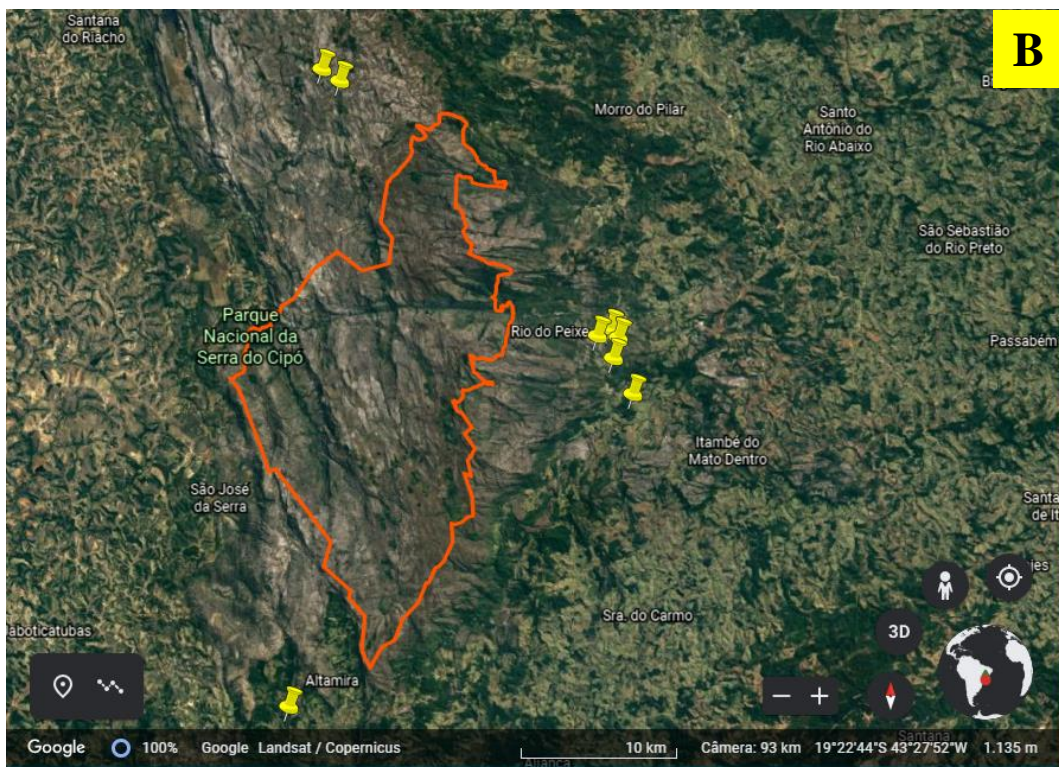
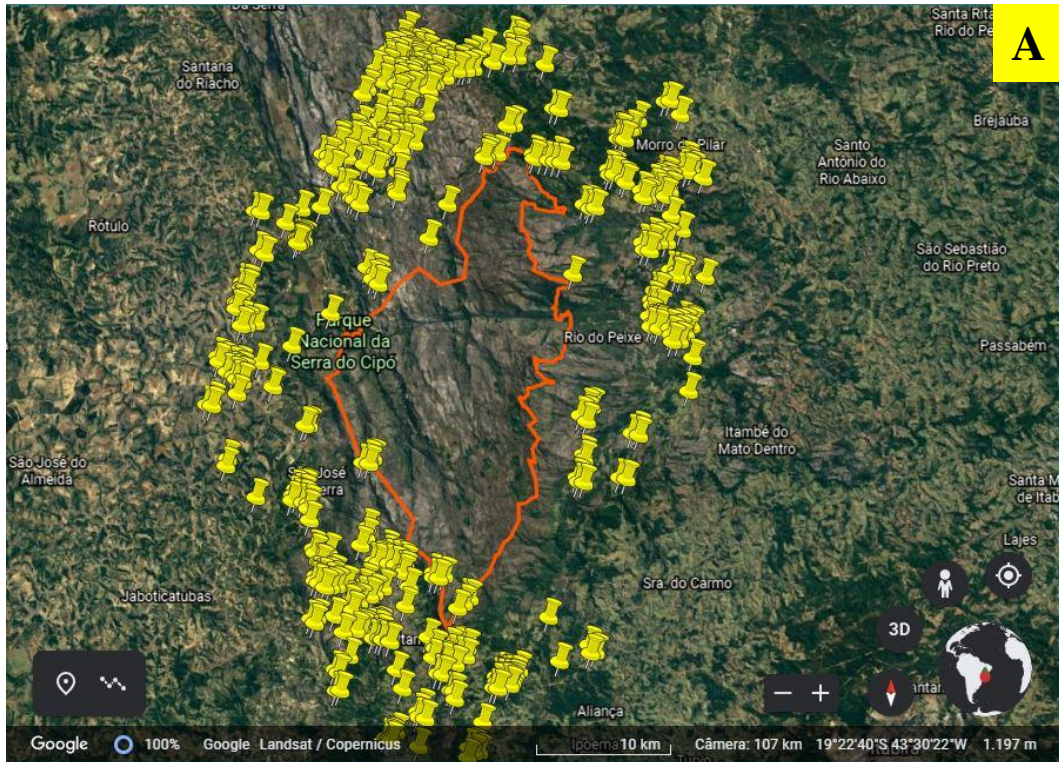
Já no ano de 2020 o número de focos de calor capturados pelo satélite NPP-375 foi de 98, dos quais 74 (75%) foram observados no mês de setembro (Figura 8). Em relação ao ano anterior, o número de focos de calor apresentou uma ligeira queda de 46%. Observa-se também uma queda de 57% nos focos de calor para o satélite Acqua-MT, que mais uma vez exibiu uma quantidade de registros aquém em relação ao NPP-375. A Figura 9 apresenta onde ocorreram os focos do ano de 2020 no Parque Nacional da Serra do Cipó, para ambos os satélites.



**Figura 8:** Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) durante o ano de 2020, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.

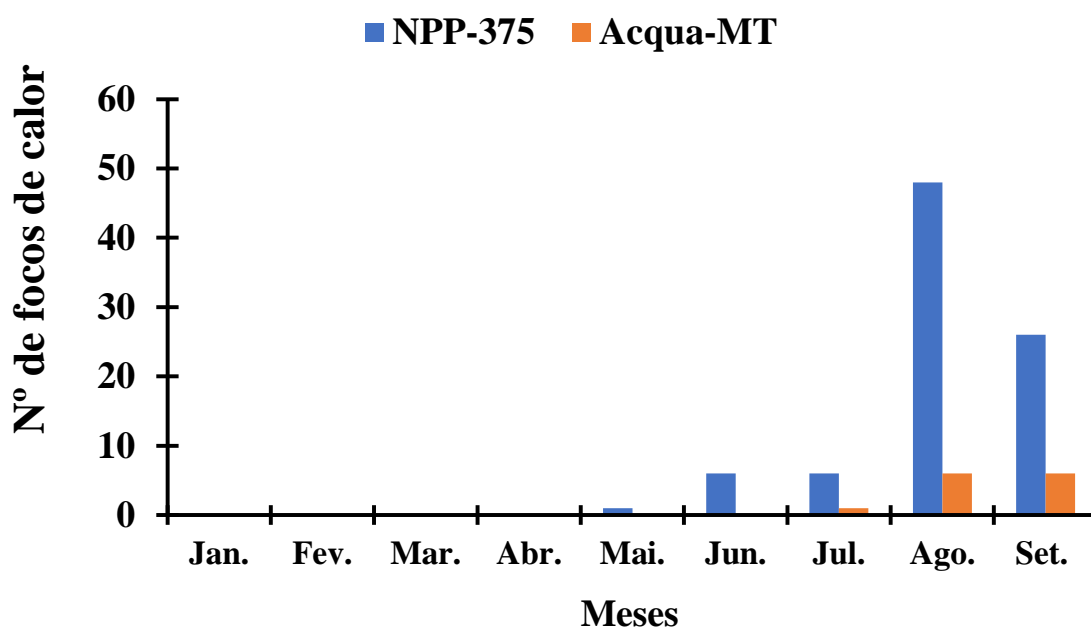
Fonte: INPE (2021).





**Figura 9:** Focos calor ocorridos no ano de 2020 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).  
 Fonte: Google Earth (2021) e INPE (2021).

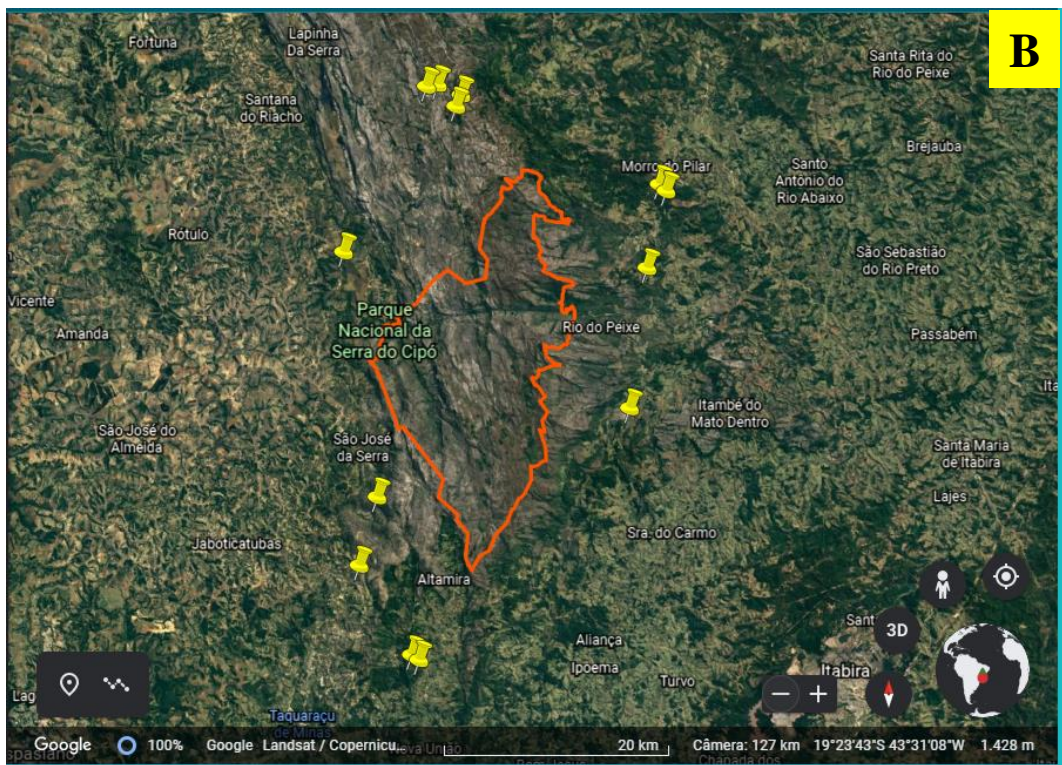
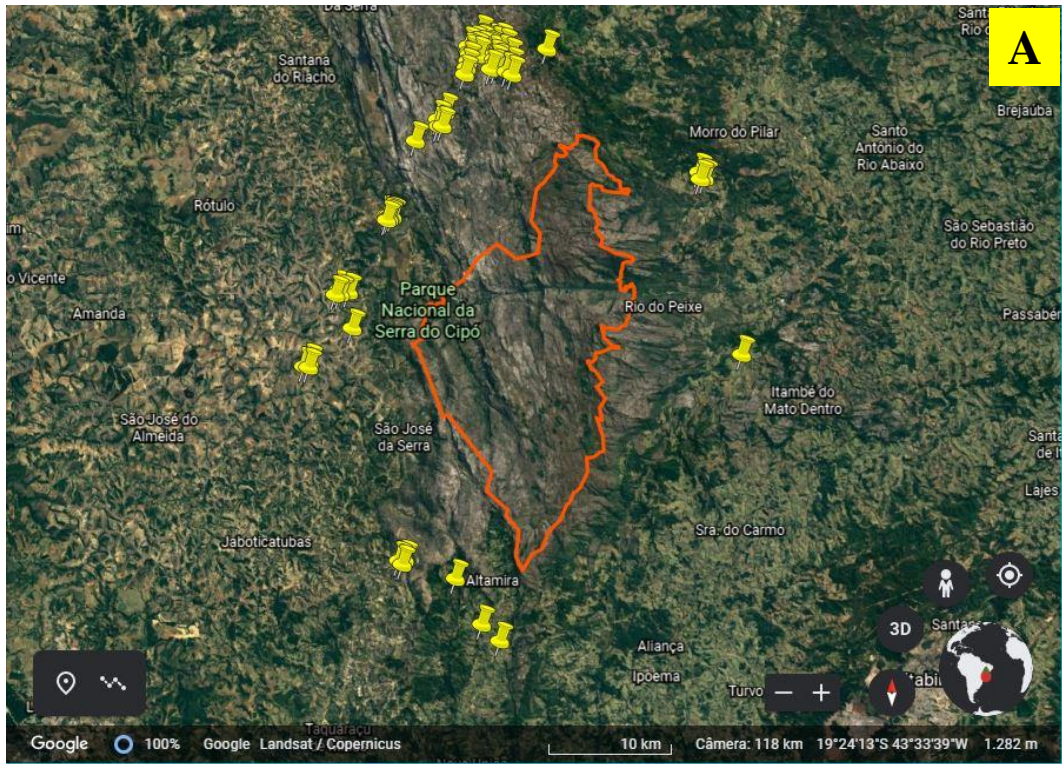
Embora não tenha se encerrado o ano de 2021, 87 focos de calor foram registrados pelo satélite NPP-375, destes, 48 (55%) foram observados no mês de agosto, sendo que o mês de setembro apresentou queda de 46% (Figura 10). Em relação ao ano anterior, que totalizou 98 focos de incêndio, é provável que 2021 possa superá-lo, já que a avaliação compreendeu o período de janeiro a setembro. Embora em quantidade de focos quase sete vezes menor em relação ao NPP-375, o satélite Acqua-MT tem em comum o maior número de focos nos dois últimos meses de avaliação no período janeiro – setembro. Na Figura 11 estão apresentados os pontos de calor registrados em ambos os satélites, na área do entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó.



**Figura 10:** Comparação do número de focos de calor registrados nos satélites NPP-375 e Acqua-MT (referência) até o mês de setembro de 2021, no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó – MG.

Fonte: INPE (2021).





**Figura 11:** Focos calor ocorridos no ano de 2021 no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó - MG. A) Satélite NPP-375; B) Satélite Acqua-MT (referência).  
 Fonte: Google Earth (2021) e INPE (2021).

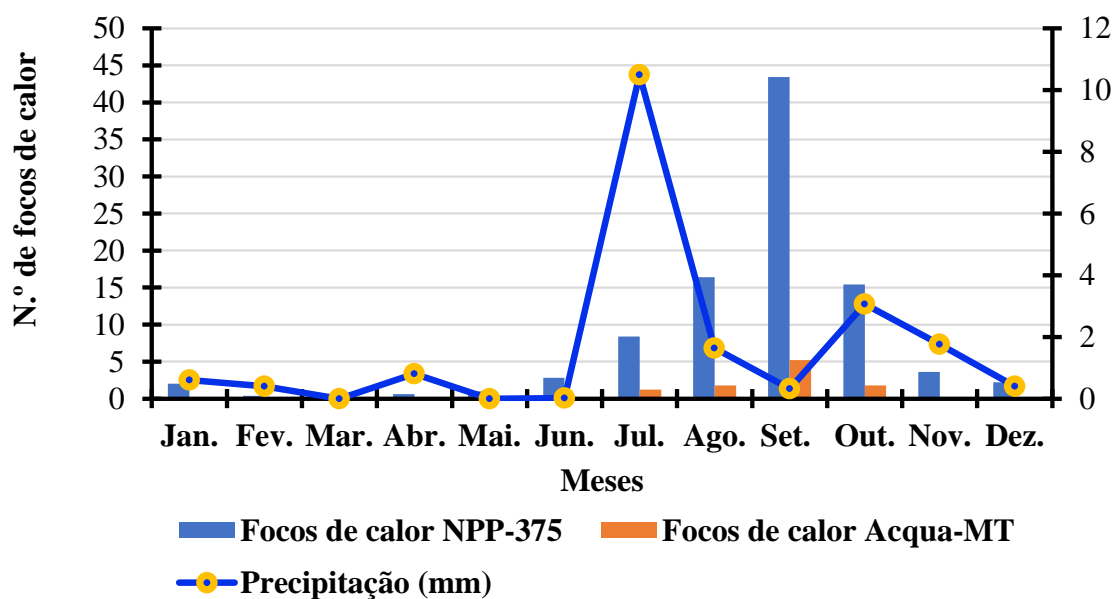


De forma geral, ante aos dados apresentados, nota-se que o ano de 2018 teve o menor número de focos de calor (39) e 2019 liderou com 184 focos. No ano de 2020 houve uma queda de 46% comparado ao ano anterior, como outrora mencionado. No entanto, Callisto (2020) destaca que o ano de 2020 foi marcado por intensas queimadas por todo o país. E que na Serra do Cipó, por exemplo, durante cerca de 15 dias um time valente de brigadistas lutou com a comunidade de moradores para apagar o fogo que queimou grande parte do Parque Nacional da Serra do Cipó. O autor destaca que essa região possui muitas espécies de plantas endêmicas (que não existem em outras regiões do planeta) e muitas espécies de pássaros, mamíferos, répteis e anfíbios, todas, sem exceção, sofrem com o fogo. As queimadas nessa época de seca são criminosas e não deveriam ocorrer, destaca.

Quando ocorre um incêndio na Serra do Cipó, a vida aquática também é afetada: à medida que a temperatura da água aumenta, mais cinzas são carregadas para os cursos d'água e menos folhas caem da vegetação. As espécies de insetos aquáticos perdem seu habitat, alimento e condições para continuarem a viver em riachos e ribeirões. Em tempos de mudanças climáticas, um incêndio que ocorra na Serra do Cipó é capaz de secar o rio e acabar com a vida de espécies aquáticas (CALLISTO, 2020; FERNANDES *et al.*, 2020a).

Alvarado *et al.* (2017) destaca que fora do perímetro oeste do parque, o local é composto principalmente de terras não intensivas para produção de gado e laticínios. É comum que as pequenas propriedades também produzam carne de frango, ovos e vegetais variados. Ocasionalmente, os fazendeiros entram no parque nacional para colocar os animais para pastar. Embora a prática seja ilegal, esse problema não é considerado uma das principais preocupações para o manejo do parque quando comparado aos incêndios florestais induzidos pelo homem que costumam consumir grandes áreas. Destaca-se também que o regime do fogo, o manejo e a ecologia do fogo nos ecossistemas do parque têm sido foco de pesquisas nos últimos anos (FIGUEIRA *et al.*, 2016; ALVARADO *et al.*, 2017). Os dados desta pesquisa corroboram com o que Alvarado e colaboradores, já que todos os focos de calor foram registrados nos perímetros que fazem limite com o Parque Nacional da Serra do Cipó, certamente oriundos da atividade agropecuária da região, a qual utiliza do fogo na estação seca para limpeza e renovação dos seus pastos.

A Figura 12 retrata a média mensal de focos de calor que ocorreram nos últimos cinco anos, bem como as taxas de precipitação ocorrentes no mesmo período, no Parque Nacional da Serra do Cipó. É possível notar que o número de focos de calor apresenta crescimento no segundo mês do inverno (julho), tendo pico máximo em setembro, com 43 focos em média. A partir de outubro os focos de incêndios entram em queda, sendo os meses do verão os que apresentam menores números médios de foco (2-3 por mês). Em comparação com os dados provenientes do satélite Acqua-MT, para o mesmo período de estudo, nota-se que as médias dos focos são extremamente baixas. Nos meses de setembro e outubro, por exemplo, as médias de focos do Acqua-MT foram oito vezes menor em relação às médias do NPP-375.



**Figura 12:** Médias mensais de n.º de focos de incêndio e precipitação dos últimos cinco anos (2017-2021) no Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.  
Fonte: INPE (2021).

É importante destacar que tem se observado nos anos em que há aumento de áreas queimadas são geralmente precedidos de anos com subtotaís bem baixos de áreas que sofreram com os incêndios florestais (WALDER; ALVES, 2021), corroborando com os dados observados neste trabalho, onde o ano de 2019 apresentou 184 focos de calor, número 4,7 vezes maior em relação ao ano de 2018. As principais causas da origem dos incêndios florestais nas Unidades de Conservação (UCs) têm sido o uso do fogo sem autorização por moradores do entorno ou do interior, para renovação de pastagens e limpeza de terrenos (MIGLIARI; AXIMOFF; BOVINI, 2020).

Sobre o bioma Cerrado, sua alta heterogeneidade ambiental pode influenciar de diferentes maneiras sobre o comportamento e os efeitos do fogo. Durante a estação chuvosa (outubro a março) ou na transição da estação seca-chuvosa (setembro a outubro), os incêndios ocorrem naturalmente por meio de raios e são menos graves do que os incêndios na estação seca, porque sua propagação é normalmente inibida pelo teor de umidade da carga de combustível e vegetação (SANO *et al.*, 2019).

De acordo com Pivello (2011), durante a estação seca (abril a setembro), os incêndios ocorrem principalmente por atividade humana e são mais graves, atingem maiores extensões e são mais frequentes. O tipo de vegetação também influencia no comportamento do fogo e seus efeitos (MIRANDA; NETO; NEVES, 2010). Não há dúvidas que os focos de calor, todos observados no entorno dos limites do Parque Nacional da Serra do Cipó, tenham associação à atividade humana, ocorrendo em sete municípios diferentes, todos contíguos ao parque.

A explicação provável para tantos focos de calor e sua sazonalidade observada, como fora supracitada, está no tipo de vegetação, já que as pastagens e savanas são mais inflamáveis (atribuída principalmente à maior cobertura de grama e menor cobertura lenhosa) e tolerante ao fogo (devido a adaptações morfológicas, como casca espessa de seus arbustos e árvores) do que a vegetação florestal (HOFFMANN *et al.*, 2012).

No entanto, medidas de controle e prevenção de incêndios são cruciais em todos os ambientes (pastagem, savana ou floresta) sujeitos a curtos intervalos de retorno do fogo (por exemplo, incêndios bienais), especialmente durante a estação seca, pois quando os incêndios são frequentes, estes ameaçam a recuperação de biomassa e aumentam as emissões de gases de efeito estufa (BUSTAMANTE *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2020).

Ainda que o fogo seja considerado como parte da ecologia do Cerrado, pesquisas evidenciam que o aumento da ocorrência de incêndios provoca alteração na estrutura da vegetação, favorece o aparecimento de plantas herbáceas, diminui a diversidade de espécies, além de alterar processos evolutivos do bioma provocando a degradação dos solos (MACHADO NETO *et al.*, 2017).

Alvarado *et al.* (2017) destacam que na região da Serra do Cipó, a proteção extra após o estabelecimento da Área de Proteção Ambiental do Morro da Pedreira, e consequente declínio da pecuária nas áreas circunvizinhas, pode ter favorecido o acúmulo de combustível, explicando o aumento observado nas grandes ocorrências de incêndios ao longo do tempo na área protegida. Os autores ainda destacam que a duração da estação seca e a distribuição das chuvas ao longo da estação determinaram a probabilidade de combustão, aumentando a ocorrência de incêndios nos períodos mais secos. Eles concluíram em seu estudo que a vegetação do cerrado montanhoso da Serra do Cipó tem um regime de fogo dependente da umidade, em contraste com os regimes de fogo dependente do combustível descritos para as savanas africanas. Esses achados implicam que savanas em diferentes continentes podem ter diferentes capacidades de recuperação e resiliência quando submetidas a mudanças no regime de fogo, causadas por atividades antrópicas diretas ou indiretamente por mudanças climáticas e, os possíveis efeitos dessas mudanças nas paisagens do cerrado ainda são desconhecidos.

## 5. CONCLUSÕES

No período de cinco anos de avaliação, os anos de 2019 e 2020 apresentaram os maiores números de focos de calor registrados para os meses de setembro. Com relação à média dos últimos cinco anos de avaliação, o regime de chuva acaba influenciando no número de focos de calor, que apresenta maior pico no mês de setembro (transição das estações inverno e primavera).

O satélite tido como referência pelo Banco de Dados de Queimadas (BDQ) forneceu um número de focos de calor inferior ao do satélite NPP-375 em todos os anos do presente estudo. Dessa forma, pode-se dizer que o NPP-375 apresenta grande potencial para tornar-se um satélite de referência, já que ele consegue detectar um número muito maior de focos de calor.

Conhecer a dinâmica do fogo em uma Unidade de Conservação torna-se essencial para traçar planos de combate aos incêndios florestais, que embora ocorram em uma vegetação adaptada ao fogo, tem, segundo especialistas, sofrendo modificações na sua dinâmica biológica, podendo assim afetar toda a cadeia animal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, S. T.; FORNAZARI, T.; CÓSTOLA, A.; MORELLATO, L. P. C.; SILVA, T. S. F. Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 270–281, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.037>. Acesso em: 25 out. 2021.

ARCHIBALD, S. Managing the human component of fire regimes: lessons from Africa. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1696, p.

20150346, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0346>. Acesso em: 26 out. 2021.

BARBOSA, N. P. U.; WILSON FERNANDES, G.; CARNEIRO, M. A. A.; JÚNIOR, L. A. C. Distribution of non-native invasive species and soil properties in proximity to paved roads and unpaved roads in a quartzitic mountainous grassland of southeastern Brazil (rupestrian fields). **Biological Invasions**, v. 12, n. 11, p. 3745–3755, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9767-y>. Acesso em: 25 out. 2021.

BARLOW, J.; PARRY, L.; GARDNER, T. A.; FERREIRA, J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; CARMENTA, R.; BERENGUER, E.; VIEIRA, I. C. G.; SOUZA, C.; COCHRANE, M. A. The critical importance of considering fire in REDD+ programs. **Biological Conservation**, v. 154, REDD+ and conservation, p. 1–8, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.03.034>. Acesso em: 6 nov. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 90.223, de 25 de setembro de 1984** Diário Oficial da União, Brasília-DF., 1984. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Atos/decretos/1984/D90223.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos/decretos/1984/D90223.html). Acesso em: 28 out. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF., 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 29 out. 2021.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NOBRE, C. A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A. P. D.; BARIONI, L. G.; FERREIRA, L. G.; LONGO, K.; MAY, P.; PINTO, A. S.; OMETTO, J. P. H. B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3, p. 559–577, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0443-3>. Acesso em: 1 nov. 2021.

CALLISTO, M. O Fogo que queima as plantas, seca a água! *In*: FERNANDES, G.; NOVAIS, S.; CÔRTEZ-FIGUEIRA, J. E.; CALLISTO, M.; NEVES, F. S. (org.). **Warming - Uma newsletter do PELD - CRSC - Boletim 002**. Belo Horizonte - MG: Pesquisas Ecológicas de Longa Duração nos Campos Rupestre da Serra do Cipó (PELD-CRSC), 2020. p. 5.

CAMPOS, I. B.; FEWSTER, R.; TRUSKINGER, A.; TOWSEY, M.; ROE, P.; VASQUES FILHO, D.; LEE, W.; GASKETT, A. Assessing the potential of acoustic indices for protected area monitoring in the Serra do Cipó National Park, Brazil. **Ecological Indicators**, v. 120, p. 106953, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106953>. Acesso em: 18 set. 2021.

CHANG, Y.; ZHU, Z.; BU, R.; LI, Y.; HU, Y. Environmental controls on the characteristics of mean number of forest fires and mean forest area burned (1987–2007) in China. **Forest Ecology and Management**, v. 356, Special Section: The characteristics, impacts and management of forest fire in China, p. 13–21, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.012>. Acesso em: 6 nov. 2021.

COLLINS, R. D.; DE NEUFVILLE, R.; CLARO, J.; OLIVEIRA, T.; PACHECO, A. P. Forest fire management to avoid unintended consequences: A case study of Portugal using system dynamics. **Journal of Environmental Management**, v. 130, p. 1–9, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.033>. Acesso em: 6 nov. 2021.

CONCEIÇÃO, A.; RAPINI, A.; CARMO, F.; BRITO, J.; SILVA, G.; NEVES, S.; JACOBI, C. M. Rupestrian Grassland Vegetation, Diversity, and Origin. *In: Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil*. [S. l.: s. n.]. p. 105–127. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5_6)

FALLEIRO, R. de M.; SANTANA, M. T.; BERNI, C. R. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 88–105, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%vi%i.655>. Acesso em: 28 out. 2021.

FERNANDES, G. W.; NOVAIS, S.; CÔRTEZ-FIGUEIRA, J. E.; CALLISTO, M.; NEVES, F. S.; SILVA, P. G.; MORELLATO, P.; ALBERTON, B. **Warming - Uma newsletter do PELD - CRSC - Boletim 002**. Belo Horizonte - MG: Pesquisas Ecológicas de Longa Duração nos Campos Rupestre da Serra do Cipó (PELD-CRSC), 2020 a. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4647925>. Acesso em: 11 out. 2021.

FERNANDES, G. W.; SANTOS, R.; BARBOSA, N. P. U.; ALMEIDA, H. A.; CARVALHO, V.; ANGRISANO, P. Ocorrência de plantas não nativas e exóticas em áreas restauradas de campos rupestres. **Planta Daninha**, v. 33, p. 463–482, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300009>. Acesso em: 25 out. 2021.

FERNANDES, L. C.; NERO, M. A.; TEMBA, P. da C.; ELMIRO, M. A. T. The use of remote sensing techniques by Modis (MCD45A1) images using to identify and evaluate burned areas in the metropolitan region of Belo Horizonte - MG, Brazil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, n. 2, p. 143–172, 2020 b. Disponível em: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.28145>. Acesso em: 28 out. 2021.

FIGUEIRA, J. E. C.; RIBEIRO, K. T.; RIBEIRO, M. C.; JACOBI, C. M.; FRANÇA, H.; DE OLIVEIRA NEVES, A. C.; CONCEIÇÃO, A. A.; MOURÃO, F. A.; SOUZA, J. M.; DE KNEGT MIRANDA, C. A. Fire in Rupestrian Grasslands: Plant Response and Management. *In: FERNANDES, G. W. (org.). Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 415–448. *E-book*. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5_18). Acesso em: 25 out. 2021.

FURST, H.; DA SILVA, R. P.; FERNANDES, G. W.; GALLUPO, L. Z.; MACHADO, I. C. A.; VILLAR, P.; NEGREIROS, D. Post-fire resprout in an endangered and narrow endemic shrub from rupestrian grasslands, Serra do Cipó, southeastern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 12, n. 2, p. 143–149, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4013/nbc.2017.122.07>. Acesso em: 28 out. 2021.

GOMES, L.; MIRANDA, H. S.; SILVÉRIO, D. V.; BUSTAMANTE, M. M. C. Effects and behaviour of experimental fires in grasslands, savannas, and forests of the Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 458, p. 117804, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117804>. Acesso em: 28 out. 2021.

GOOGLE. **Google Earth - imagens de satélite.** [s. l.], 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r>. Acesso em: 18 set. 2021.

GUIMARÃES, C. M. A ocupação histórica da região de Santana do Riacho. **Arquivos do Museu de História Natural**, v. 12, p. 13–31, 1991.

HARDESTY, J.; MYERS, R.; FULKS, W. Fire, Ecosystems and People: A Preliminary Assessment of Fire as a Global Conservation Issue. **The George Wright Forum**, v. 22, n. 4, p. 10, 2005.

HOFFMANN, W. A.; JACONIS, S. Y.; MCKINLEY, K. L.; GEIGER, E. L.; GOTTSCH, S. G.; FRANCO, A. C. Fuels or microclimate? Understanding the drivers of fire feedbacks at savanna–forest boundaries. **Austral Ecology**, v. 37, n. 6, p. 634–643, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02324.x>. Acesso em: 28 out. 2021.

HOPPER, S. D.; SILVEIRA, F. A. O.; FIEDLER, P. L. Biodiversity hotspots and Ocbil theory. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1, p. 167–216, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2764-2>. Acesso em: 25 out. 2021.

IBAMA. **Objetivos específicos do Parque Nacional da Serra do Cipó.** Diário Oficial da União, Brasília-DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2004.

ICMBIO. **Parque Nacional da Serra do Cipó - Guia do Visitante.** [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaserradocipo/guia-do-visitante.html>. Acesso em: 16 set. 2021.

INPE. **BDQUEIMADAS.** [s. l.], 2021. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 18 set. 2021.

IRLAND, L. C. Extreme value analysis of forest fires from New York to Nova Scotia, 1950–2010. **Forest Ecology and Management**, v. 294, The Mega-fire reality, p. 150–157, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.004>. Acesso em: 6 nov. 2021.

LE SAOUT, S.; HOFFMANN, M.; SHI, Y.; HUGHES, A.; BERNARD, C.; BROOKS, T. M.; BERTZKY, B.; BUTCHART, S. H. M.; STUART, S. N.; BADMAN, T.; RODRIGUES, A. S. L. Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 803–805, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1239268>. Acesso em: 25 out. 2021.

LINN, R. R.; CANFIELD, J. M.; CUNNINGHAM, P.; EDMINSTER, C.; DUPUY, J.-L.; PIMONT, F. Using periodic line fires to gain a new perspective on multi-dimensional aspects of forward fire spread. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 157, p. 60–76, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.01.014>. Acesso em: 6 nov. 2021.

MACHADO, M.; MENEZES, M.; SANTOS, M.; PRIETO, P.; HERING, R.; BARROS, F.; BORGES, R.; KUTSCHENKO, D.; VALENTE, A. Cactaceae. *In: Livro vermelho da Flora do Brasil.* Rio de Janeiro-RJ: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 1100.

MACHADO NETO, A. P.; BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. P. B. INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES-MT ENTRE 2005 E 2014. *Nativa*, v. 5, n. 5, p. 355–361, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i5.4684>. Acesso em: 28 out. 2021.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS PARA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NO SUL DO BRASIL. *FLORESTA*, v. 45, n. 1, p. 129, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ufv.v45i1.32763>. Acesso em: 6 nov. 2021.

MARTINS, J. S. **METODOLOGIA PARA VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS AFETADAS POR INCÊNDIO FLORESTAL EM UCs**. 2018. Monografia (Engenharia Ambiental e Sanitária) - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte - MG, 2018.

MAVSAR, R.; GONZÁLEZ-CABÁN, A.; FARRERA, V. The importance of economics in fire management analysis. *In: SILVA, S.; REGO, J.; FERNANDEZ, F.; RIGOLOT, P. (org.). Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox*. Finland: European Forest Institute, 2010. p. 93–104. *E-book*. Disponível em: <http://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/35338>. Acesso em: 6 nov. 2021.

MENEZES, E.; MUCIDA, D.; AGUILAR, M. AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR E RELAÇÃO COM INCÊNDIOS FLORESTAIS NA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO. *In: SEABRA, G. (org.). Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade*. 1. ed. Ituiutaba: Barlavento, 2017. p. 586–595.

MIGLIARI, F. T.; AXIMOFF, I.; BOVINI, M. G. Redução de Incêndios Florestais na Reserva Biológica de Araras, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil*, n. 2, p. 87–95, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v10i2.1464>. Acesso em: 28 out. 2021.

MINAS GERAIS. **DECRETO 19.278 DE 03 DE JULHO DE 1978**. Cria o Parque Estadual da Serra do Cipó e dá outras providências. Diário Oficial de Minas Gerais, 1978.

MIRANDA, H. S.; NETO, W. N.; NEVES, B. M. C. **Caracterização das queimadas de Cerrado. Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado**. [S. l.]: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/35002501>. Acesso em: 26 abr. 2021.

NASCIMENTO, J.; CAMPOS, I. **Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais**. 1. ed. Brasília, DF: ICMBIO, 2011.

NEGREIROS, D.; LE STRADIC, S.; FERNANDES, G. W.; RENNÓ, H. C. CSR analysis of plant functional types in highly diverse tropical grasslands of harsh environments. *Plant Ecology*, v. 215, n. 4, p. 379–388, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0302-6>. Acesso em: 25 out. 2021.

NEVES, W. **Idéias e Debates 1: Um novo modelo para explicar a origem do homem no continente americano**. 1. ed. Belém do Pará: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2002.

OKI, Y.; CARVALHO, V. da C.; VIEIRA, V. da S.; NUNES, F. P.; VIANA, L. C. de S.; FERNANDES, G. W. Germinação de espécies de melastomataceas de campo rupestre da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Revista Científica MG.Biota**, v. 13, n. 1, p. 6–18, 2020. Disponível em: <http://mgbiota.ief.mg.gov.br/index.php/MB/article/view/159>. Acesso em: 25 out. 2021.

OLIVEIRA, R. S.; GALVÃO, H. C.; CAMPOS, M. C. R.; ELLER, C. B.; PEARSE, S. J.; LAMBERS, H. Mineral nutrition of *campos rupestres* plant species on contrasting nutrient-impooverished soil types. **New Phytologist**, v. 205, n. 3, p. 1183–1194, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.13175>. Acesso em: 25 out. 2021.

PELOSO, B. D. de A.; SHIMABUKURO, Y. E. Caracterização de unidades geo-botânicas do parque nacional da serra do cipó (mg) através da integração de imagens ópticas e modelo digital de elevação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 1, p. 103–118, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43671>. Acesso em: 25 out. 2021.

PIVELLO, V. R. The Use of Fire in the Cerrado and Amazonian Rainforests of Brazil: Past and Present. **Fire Ecology**, v. 7, n. 1, p. 24–39, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4996/fireecology.0701024>. Acesso em: 1 nov. 2021.

PROUS, A. **Os sepultamentos da sondagem nº 1 do Grande Abrigo de Santana do Riacho: Relatórios das Escavações Arqueológicas**. Belo Horizonte - MG: Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais, 1989.

RIBEIRO, M.; FIGUEIRA, J. E. C. Uma abordagem histórica do fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 1, p. 212–227, 2011.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81–90, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>. Acesso em: 28 out. 2021.

SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHÜLER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818–828, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>. Acesso em: 1 nov. 2021.

SILVEIRA, F. A. O. *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1, p. 129–152, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>. Acesso em: 25 out. 2021.

TORRES, F. T. P.; LIMA, G. S.; COSTA, A. das G.; FÉLIX, G. de A.; JÚNIOR, M. R. da S. PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2008 À 2012. **FLORESTA**, v. 46, n. 4, p. 531–542, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ufv.v46i4.44199>. Acesso em: 6 nov. 2021.



WALDER, M. T.; ALVES, D. B. MAPEAMENTO DOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DE INCIDÊNCIA DO FOGO NO ENCLAVE DE CERRADO DOS CAMPOS AMAZÔNICOS. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 1, n. 15, p. 71–82, 2021. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/689>. Acesso em: 28 out. 2021.

WATSON, J. E. M.; DUDLEY, N.; SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67–73, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature13947>. Acesso em: 25 out. 2021.

ZUMBRUNNEN, T.; PEZZATTI, G. B.; MENÉNDEZ, P.; BUGMANN, H.; BÜRGI, M.; CONEDERA, M. Weather and human impacts on forest fires: 100 years of fire history in two climatic regions of Switzerland. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 12, The FIRE PARADOX project: Understanding fire ecology and implications for management, p. 2188–2199, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.10.009>. Acesso em: 6 nov. 2021.